

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

В.М. Ладиженський, А.В. Іщенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ

«ПРИКЛАДНА ГІДРОЕКОЛОГІЯ»

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання і 5 курсу заочної форми навчання
за напрямом підготовки 0708 - „Екологія”,
спеціальності 6.070800 - „Екологія та охорона навколишнього середовища”)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Прикладна гідроекологія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання і 5 курсу заочної форми навчання за напрямом підготовки 0708 - „Екологія”, спеціальності 6.070800 - „Екологія та охорона навколишнього середовища”).
Укл.: Ладиженський В.М., Іщенко А.В. – Х.: ХНАМГ, 2009 – 36 с.

Укладачі: к.т.н., доц. В.М. Ладиженський,
А.В. Іщенко

Рецензент: к.т.н., доц. І.Ю. Саратов (ХНАМГ)

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 9 від 03.05.2009 р.

ЗМІСТ

	Вступ	4
1.	Тема 1. РОЗРАХУНОК НОРМ ПРИЙОМУ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД У СИСТЕМУ МІСЬКОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ	5
2.	Тема 2: РОЗРАХУНОК СПОРУД МЕХАНІЧНОЇ ОЧИСТКИ	9
3.	Тема 3: РОЗРАХУНОК СПОРУД БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ	18
4.	Тема 4: РОЗРАХУНОК СПОРУД ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ	22
5.	Тема 5: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОД У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	34
6.	Тема 6: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОД ПРИ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН	34
7.	Тема 7: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	34
	Список літератури	35

ВСТУП

Метою проведення практичних робіт є вдосконалювання теоретичних знань і придбання практичних умінь студентів денної та заочної форм навчання за курсом «Прикладна гідроекологія» при виконанні розрахунків норм скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію й споруд для очищення стічних вод підприємств.

З кожної розглянутої теми передбачено проведення встановлених навчальним планом практичних занять і закріплення знань студентів шляхом виконання самостійної роботи.

Для підготовки до практичних занять за темами 1-4 студент повинен теоретично ознайомитися з матеріалом, що наведений нижче, а також з технічною і нормативною літературою.

Для занять за темами 5, 6 та 7, що проводяться у вигляді семінарів, – по питаннях, що додаються, необхідно підготувати доповідь.

Тема 1: РОЗРАХУНОК НОРМ ПРИЙОМУ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД У СИСТЕМУ МІСЬКОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

Розрахунок норм прийому промислових стічних вод у систему міської каналізації спрямований на запобігання порушень у роботі мереж і споруд каналізації, підвищення ефективності роботи цих споруд і безпеки їх експлуатації, та забезпечення охорони навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод підприємств.

Розрахунком встановлюються допустимі концентрації (далі – ДК) для кожної забруднюючої речовини, що може скидатися підприємствами в систему комунальної каналізації, а також відображаються місцеві особливості приймання стічних вод підприємств у міську каналізацію [1].

Для визначення ДК необхідно встановити:

ДК1 – допустиму концентрацію забруднюючої речовини, що забезпечить цілісність і схоронність пропускної здатності комунальної каналізаційної мережі після влучення в неї виробничих стічних вод, г/м^3 ;

ДК2 – допустиму концентрацію забруднюючої речовини, що не приведе до виходу з ладу блоку біологічного очищення на комунальних очисних спорудженнях (КІС), г/м^3 ;

ДК3 – допустиму концентрацію забруднюючої речовини, що забезпечить дотримання нормативів на скидання стічних вод у водний об'єкт після комунальних очисних споруджень, г/м^3 ;

ДК4 – допустиму концентрацію важких металів, при якій опади стічних вод комунальних очисних споруджень можуть використовуватися як органічні добрива, г/м^3 . Визначається лише в тому випадку, коли місцевими органами самоврядування вирішено використовувати опади стічних вод як органічні добрива й на те отриманий дозвіл органів держсаннагляду.

З отриманих допустимих концентрацій вибирається найменша (ДК_{\min}), що і встановлюється як норматив.

ДК₁ визначається згідно дод. 1 [1].

ДК₂ визначається за формулою:

$$ДК_2 = \frac{(C_i - C_{z/n}^i) \cdot Q}{\sum Q_n} + C_{x/b}^i,$$

де

C_i – допустима концентрація забруднюючої речовини на вході в споруди біологічної очистки КОС, г/м³, згідно дод. 2 [1];

$C_{г/п}^i$ – концентрація забруднюючої речовини в господарсько-побутових стічних водах, г/м³.

Q – середньодобова витрата стічних вод на вході в очисні споруди населеного пункту, м³/добу,

$$Q = Q_{z/n}^H + \sum (Q_{np}^{nn} + Q_{z/n}^{nn}) = \frac{N \cdot q_{в/в}}{1000} + \sum (Q_{np}^{nn} + Q_{z/n}^{nn}),$$

де

$Q_{z/n}^H$ – витрата господарсько-побутових стічних вод, що надходять у каналізаційну мережу міста від населення, м³/добу.

$\sum (Q_{np}^{nn} + Q_{z/n}^{nn})$ – сумарна витрата стічних вод підприємств, що перебувають у даному населеному пункті, м³/добу.

N – чисельність каналізованого населення в даному населеному пункті, чол.;

$q_{в/в}$ – питома норма водопостачання/водовідведення, л/(добу*чол.);

$\sum Q_{п}$ – середньодобова витрата стічних вод підприємств, що мають у складі стічних вод означену забруднюючу речовину, м³/добу. У випадку, якщо господарсько-побутові стічні води підприємства змішуються з виробничими, то в даній витраті їх також необхідно враховувати.

ДК₃ визначається за величиною загального ліміту на скидання забруднюючої речовини у водний об'єкт:

$$ДК_3 = \frac{(L_{заг} - L_{z/n}) 10^6}{365 \cdot (1 - K_p) \cdot \sum Q_n},$$

$$L_{z/n} = \frac{365 \cdot C_{iz/n} \cdot Q_{z/n}^{np} \cdot (1 - K_p)}{10^6},$$

$L_{г/п}$ – частина ліміту, що доводиться на господарсько-побутовий стік населеного пункту, т/рік;

$Q_{г/п}^{np}$ – середньодобова витрата господарсько-побутових стічних вод, що утворюються в даному населеному пункті, м³/добу. Містить у собі витрати стічних вод від населення й господарсько-побутові стічні води від підприємств, які не змішуються з виробничими стоками;

K_p – коефіцієнт ефективності видалення даного забруднення на комунальних очисних спорудах, дод. 2 [1];

$L_{заг}$ – загальний ліміт на скидання забруднюючої речовини у водний об'єкт, т/рік. У випадку якщо норми гранично допустимого скидання (ГДС) затверджені, то $L_{заг} = ГДС$, якщо ні – то визначається за формулою:

$$L_{заг} = \frac{ГДК \cdot Q_{заг}}{10^6},$$

де

$Q_{заг}$ – річна кількість стічних вод, м³/рік, $Q_{заг} = 365 \cdot Q \cdot 0,99$;

ГДК – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у водному об'єкті, залежно від категорії водокористування, г/м³.

ДК₄ визначається за вмістом важких металів і заліза загального в муловому осаді стічних вод, що утворився на КОС, за формулою:

$$ДК_4 = \frac{(C_i^{вм} - C_{iz/n}^{вм}) \cdot Q}{\sum Q_n} + C_{iz/n}^{вм}$$

де

$C_i^{вм}$ – допустима концентрація важкого металу на вході в споруди біологічного очищення КОС, г/м³, визначається за формулою:

$$C_i^{вм} = 3,8 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{C_{i_{ос}}^{вм}}{K_p},$$

де

$C_{i_{oc}}^{6M}$ – допустимий вміст важкого металу в муловому осаді стічних вод, $г/м^3$,
дод. 3 [1];

K_p – коефіцієнт ефективності видалення важкого металу на комунальних
очисних спорудах, дод. 3 [1];

$C_{i_{2/n}}^{6M}$ – концентрація важкого металу в господарсько-побутових стічних водах,
 $г/м^3$.

Завдання 1.1.

Розрахувати ДК на прийом виробничих стічних вод до системи міської
каналізації при наступних вихідних даних:

Населений пункт із чисельністю каналізованого населення 30 тис. чол. і
нормою водовідведення 200 л/добу на 1 чол. Підприємство єдине в населеному
пункті. Скидання очищених стічних вод після міських очисних споруд
здійснюється у водотік у межах міста. Норми ГДС не встановлені.

Витрата стічних вод підприємства 500 $м^3$ /добу.

Характеристика стічних вод підприємства:

Завислі речовини – 400 $г/м^3$;
БСК_п – 450 $г/м^3$;
ХСК – 800 $г/м^3$
Загальна мінералізація – 750 $г/м^3$
Азот амонійний – 15 $г/м^3$
Феноли – 7 $г/м^3$
Хром (3+) – 2 $г/м^3$
Хлориди – 300 $г/м^3$
Сульфати – 400 $г/м^3$

Тема 2: РОЗРАХУНОК СПОРУД МЕХАНІЧНОЇ ОЧИСТКИ

2.1. *Решітки* діляться, в основному, на два види:

- 1) механізовані решітки;
- 2) решітка-подрібнювач.

Решітки використовуються на очисних спорудах для видалення із стічних вод великих часток, сміття. Установлюють решітки зі стрижнями прямокутної форми, що забезпечує кращу затримку й видалення забруднення.

Решітки оснащують механізованими граблями для зняття сміття. Найбільше поширення на діючих спорудах одержали решітки типу МГ.

Решітки встановлюються в проточних каналах. Для забезпечення нормального обслуговування решіток відстань між виступаючими їхніми частинами повинне становити не менш 1,2 м. Вільна відстань перед фронтом решіток повинна бути не менш 1,5 м.

Випускаються промисловістю решітка-подрібнювачі типу РД, КРД являють собою агрегат, що сполучає функції решітки й дробарки й призначений для затримки й здрібнювання речовин безпосередньо в потоці стічної рідини.

Розрахунок цих споруд проводять з використанням нормативної та технічної літератури [2,4,5].

Завдання 2.1.

Визначити розміри решіток і кількість домішок, що вловлюються, для очисної станції із середньою продуктивністю 15000 м³/добу. [2, 4, 5]

2.2. *Пісכולовки* встановлюють на очисних спорудах для затримки мінеральних часток крупністю понад 0,2-0,25 мм при пропускній здатності очисних станцій більше 100 м³/добу. Найбільше застосування знаходять пісכולовки з горизонтальним прямолінійним рухом води, горизонтальні із

круговим рухом води, тангенціальні круглої форми, та ті що аеруються. Число пісоловок або відділень пісоловок приймають не менш двох, причому всі пісоловки або їх відділення повинні бути робочими. При механізованому згрібанні піску крім робочих пісоловок передбачають також резервні.

Горизонтальні пісоловки із прямолінійним рухом води мають прямокутну форму в плані. Ці пісоловки розраховують виходячи із крупності піску, що підлягає затримці.

Тривалість протікання стічних вод при максимальному потоці повинна бути не менш 30 с.

Для підтримки в горизонтальних пісоловках постійної швидкості руху стічних вод, на виході з пісоловок установлюють водозливи. При об'ємі піску більше $0,1 \text{ м}^3/\text{сут.}$ застосовують механізоване його видалення.

До горизонтальних можуть бути віднесені й пісоловки із круговим рухом води.

Особливістю тангенціальних пісоловок є мала глибина їхньої проточної частини й підведення води по дотичній.

Навантаження на пісоловку приймають рівне $110 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ ч})$ при максимальному припливі стічних вод. Діаметр пісоловки – не менш 6 м.

При швидкостях плин у головному лотку $0,6-0,8 \text{ м/с}$ затримується близько 90 % піску. Вологість затримованого піску при коливаннях навантаження від 70 до $140 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ год})$ становить близько 20% , зольність – 94% , кількість піску крупністю менш 0,2 мм – від 15 до 40% .

Пісоловки з аерацією, виконуються у вигляді горизонтальних резервуарів. Вода надходить у напрямі, що збігається з напрямком обертання води в пісоловці; випуск – затоплений.

Уздовж однієї зі стінок на відстані 45-60 мм від дна по всій довжині пісоловки встановлюють аератори з дірчастих труб з отворами 3-5 мм, а під ними влаштовують лоток для збору піску. У поперечному перерізі днищу надають ухил до піскового лотку для сповзання в нього піску.

Осад з таких пісколовок містить до 90-95% піску й при тривалому зберіганні не загниває.

Розрахунок цих споруд проводять з використанням нормативної та технічної літератури [2,4,5].

Завдання 2.2.

Розрахувати тангенціальні пісколовки для очисної станції середньою продуктивністю 8000 м³/добу. [2, 5]

2.3. Відстійники. Відстоювання стічних вод широко застосовується для видалення з них нерозчинених завислих (осідаючих або спливаючих) грубодиспергованих речовин. Відстійники застосовують як основні споруди механічного очищення стічних вод.

У більшості випадків у відстійниках ефект відстоювання становить 40-60%, при тривалості відстоювання 1-1,5 год. Для підвищення ефективності роботи відстійників, особливо первинних, при вмісті в стічній воді завислих речовин більше 300 мг/л, необхідно: вводити в стічну воду коагулянти, що сприяють збільшенню швидкості осадження (гідравлічної крупності) завислих часток; додавати активний мул, що виконує роль сорбенту й біокоагулянту; попередньо аерувати стічну воду, що сприяє флокуляції (утворенню пластівців й укрупненню) дрібних домішок.

Відстійники розділяються на три основних конструктивних типи залежно від напрямку руху води – вертикальні, горизонтальні, радіальні.

Тип відстійника і його конструкцію варто вибирати з урахуванням пропускної здатності станції очищення стічних вод, концентрації й характеру нерозчинених домішок у воді, способу наміченої обробки осаду. Число відстійників рекомендується приймати: первинних – не менш двох, вторинних – не менш трьох за умови, що всі відстійники є робочими. При мінімальному числі відстійників їхній розрахунковий об'єм варто збільшувати в 1,2-1,3 рази.

Вертикальні відстійники застосовують на станціях пропускною здатністю до 20000 м³/добу для очищення виробничих і побутових стічних вод. Вертикальні відстійники, як правило, являють собою круглі в плані резервуари діаметром 4-9 м з конічним днищем, що утворює ємність для накопичення осаду. Існують також укрупнені (осередкові) відстійники, що мають у плані квадратну форму зі стороною 12-14 м. Днище укрупнених відстійників виконується у вигляді чотирьох мулових приямків пірамідальної форми із самостійним випуском осаду з кожного. Найпоширенішим типом відстійника є відстійник з пуском води через центральну трубу, постачену в нижній частині розтрубом і відбивним щитом. Швидкість руху води в центральній трубі не повинна перевищувати 30 мм/с.

Розроблено типові проекти первинних і вторинних відстійників із випуском води через центральну трубу.

Горизонтальні відстійники застосовують на станціях очищення стічних вод пропускною здатністю більше 15000 м³/добу. Найбільше поширення одержали прямокутні в плані відстійники з муловими приямками, розташованими в один-два ряди на початку споруди. Відстійники обладнані скребковими механізмами, які зрушують осад, що випав, до мулових приямків, звідки він видаляється насосами, гідроелеваторами, грейферами або під гідростатичним напором. Для видалення легкого осаду (наприклад, активного мулу) застосовують також пересувні ерлифтні установки, що дозволяють рівномірно видаляти осад без його згрібання з поверхні днища.

Конструкції впускних і випускних пристроїв стічних вод повинні забезпечувати рівномірний розподіл потоку по живому перетину відстійника. Пуск води здійснюється по фронту відстійника через незатоплений водозлив із використанням направляючої напівзаглибленої перегородки на початку відстійника. Для відводу освітленої води в торці відстійника встановлені водозбірні лотки із встановленням перед ними напівзаглиблених стінок, призначених для затримання речовин, що спливають.

Радіальні відстійники застосовують на станціях очищення стічних вод пропускною здатністю більше 20000 м³/сут. Конструкція радіальних відстійників і застосовуване встаткування для видалення осаду залежать від призначення відстійника й виду осаду.

У цих відстійниках стічна вода подається по центральній трубі, а освітлена вода поступає в круговий периферійний лоток через зубчасті водозливи.

Первинні радіальні відстійники обладнані муловими шкребками, що зрушують осад, який випав, до розташованого в центрі мулового приямку, з якого він видаляється насосами або під гідростатичним тиском. Речовини, що спливли, відводяться в поплавкові жирозбірники, які поринають під воду за допомогою важільного механізму при підході ферми мулошкреба. Вторинні радіальні відстійники обладнані муловсмоктувачами, що дозволяють видаляти легко рухливий осад (активний мул і т.п.) під гідростатичним напором безпосередньо із шару мулу без згрібання в приямок. Частота обертання мулошкребів та муловсмоктувачів 0,8-3,0 об/годину.

Відстійники зі збірно-розподільним пристроєм, що обертається, конструкції І.В. Скирдова застосовують для очищення побутових і виробничих стічних вод, що містять до 500 мг/л завислих речовин. Конструкція відстійників забезпечує умови відстоювання стічних вод, близькі до статичних, у зв'язку із чим пропускна здатність цих відстійників вище пропускної здатності звичайних радіальних відстійників у середньому на 40% .

Подача й відвід води виробляються через центральну чашу й радіальний рухливий пристрій, що сполучаються з нею, що являє собою жолоб, розділений поздовжньої (криволінійної в плані) перегородкою на розподільний і збірний лотки. Стічна вода рівномірно надходить у відстійну зону по всій довжині затопленого розподільного лотка через щільне днище й бічну решітку з вертикально підвішених струмененапрямних лопаток. Освітлена вода відводиться по фронту збірного лотку через водозлив, розміщений на його передній по ходу руху стінці. Для затримки плаваючих речовин перед

водозливом установлюється напівзаглиблена дошка. Осад згрібають шкребками, укріпленими на фермі пристрою, що обертається.

У тонкошарових відстійниках вода, що відстоюється, поділяється на ряд шарів невеликої глибини. Взаємний рух води, що освітлюється й осаду, видаляється, може здійснюватися по перехресній, прямоточній або протиточній схемам. При перехресній схемі осад рухається перпендикулярно руху стічних вод, а при прямоточній і протиточній схемах – відповідно по ходу руху стічних вод або у зворотному напрямку.

Тонкошарові відстійники можна застосовувати для очистки слабо- і середне-концентрованих побутових і виробничих стічних вод, що містять завислі речовини переважно однорідної сполуки, а також як другий щабель механічного очищення концентрованих стічних вод, що містять полідисперсні завислі речовини.

Тонкошарові відстійники можуть бути вертикальні, радіальні або горизонтальні. Вони складаються з водорозподільної й водозбірної зон, а також з відстійної зони (тонкошарового простору), що зайнятий поличними або трубчастими елементами.

Застосування тонкошарових елементів дозволяє значно скоротити тривалість відстоювання, отже й, об'єм відстійників.

Двох'ярусні відстійники призначені для очищення побутових і близьких до них по складу виробничих стічних вод від завислих речовин з одночасним збражуванням й ущільненням осаду, що випав, на очисних спорудах пропускною здатністю до 10000 м³/добу. Добова вода відстоюється в осадових жолобах, що мають донні щілинні отвори, через які затриманий осад надходить у септичну камеру, де відбувається його збражування й ущільнення. Тривалість відстоювання приймається 1,5 ч.

Відстійники-посвітлювачі застосовуються для інтенсифікації процесу первинного відстоювання на станціях біологічного очищення при підвищеному вмісті в стічних водах важко осідаючих речовин. В них досягається зниження концентрації забруднень на 70 % по завислих речовинах і на 15% по БСК_п за

рахунок сполучення процесів осадження, утворення пластівців й фільтрації стічної води через шар завислого осаду. Ці споруди можуть працювати як з попередньою коагуляцією й аерацією стічних вод, так і без такої підготовки.

Посвітлювачі-перегнивачі призначаються для очистки побутових і виробничих стічних вод (зокрема, вод м'ясокомбінатів) та збражування затриманого осаду. Це – комбінована споруда, центральну частину якої займає посвітлювач із природною аерацією. Осад, що випав на дно, насосом подається у верхню зону перегнивача.

Преаератори призначені для попередньої аерації стічної води з метою підвищення ефективності очищення води при відстоюванні в первинних відстійниках на станціях біологічного очищення з аеротенками. Преаератори доцільно застосовувати при вмісті завислих речовин у стічній воді більше 300 мг/л.

При короткочасній (10-20 хв.) аерації стічної води з надлишковим активним мулом відбувається флокуляція й коагуляція дрібнодиспергованих завислих часток зі збільшенням гідравлічної крупності пластівців, що утворюються, а також біохімічне окислювання деякої частини легкоокислюємих розчинених речовин.

Попередня аерація збільшує ефективність затримки забруднень у первинних відстійниках по завислих речовинах на 10-15%. Кількість активного мулу, що подається в преаератори, повинна становити не більше 50% його надлишкового об'єму; витрата повітря – 0,5 м³ на 1 м³ стічної води. Регенерація активного мулу в преаераторі трохи поліпшує ефективність його роботи. У цьому випадку ємність регенератора мулу приймається 25-30% від загального об'єму преаератора.

Конструктивно преаератори виконують у вигляді окремих, вбудованих або прибудованих до первинних відстійників, споруд. Число секцій преаераторів приймається не менш двох.

Завдання 2.3.1.

Розрахувати горизонтальні відстійники для очисної станції середньою продуктивністю 40000 м³/добу. Вміст завислих речовин у воді 200 мг/л. Необхідний ефект посвітління 45%. [2, 4, 5].

Завдання 2.3.2.

Визначити розміри горизонтального відстійника за методом А.І. Жукова для очищення виробничих стічних вод витратою 4900 м³/добу. Коефіцієнт годинної нерівномірності 1,4. Вміст завислих речовин у стічній воді 1500 мг/л, в очищеній воді – 300 мг/л. Вологість осаду 75 %, його щільність – 1,8 т/м³. [2, 5].

Завдання 2.3.3.

Розрахувати вертикальні відстійники для очисної станції середньою потужністю 15000 м³/добу. Вміст завислих речовин у воді 240 мг/л. Необхідний ефект очищення 40%. [2, 4, 5].

Завдання 2.3.4.

Розрахувати тонкошаровий відстійник для очищення виробничих стічних вод, максимальна витрата яких 80 м³/годину. Гідравлічна крупність часток, що видаляються, 0,45 мм/с. [2, 3, 5].

2.4. *Гідроциклони* застосовуються для механічного очищення стічних вод, а також для згущення, збагачення й класифікації осаду, який видаляється зі стічних вод. У напірному гідроциклоні вода, рухаючись по гвинтовій спіралі уздовж зовнішньої стінки апарата, направляється в його конічну частину. Тут основний потік змінює напрямок руху й переміщується до центральної частини апарата. Осад, що видаляється в пристінній зоні, а також найбільш насичена завислими речовинами частина води, видаляються з апарату через насадку для

шламу. Потік очищеної води в центральній зоні апарата рухається по циліндричній спіралі нагору до зливальної насадки.

Залежно від діаметрів зазначених насадок, а також розмірів інших конструктивних елементів гідроциклонів відбувається відповідний поділ очищеної води й шламу. Гідроциклони можуть працювати у вертикальному, нахиленому й горизонтальному положенні. Діаметр застосовуваних гідроциклонів 15-1000 мм.

У залежності від витрат стічних вод і типу гідроциклонів можна встановлювати один або більше паралельно працюючих апаратів, поєднаних у блоки (мультигідроциклони).

Завдання 2.4.

Розрахувати відкритий гідроциклон для очищення виробничих стічних вод, максимальна витрата яких $50 \text{ м}^3/\text{год}$. Гідравлічна крупність часток, що видаляються, $0,3 \text{ мм/с}$. [5]

Тема 3: РОЗРАХУНОК СПОРУД БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ

Біологічне очищення стічних вод базується на здатності певних мікроорганізмів використовувати для харчування органічні сполуки природного походження, а також деякі мінеральні сполуки, які містять біогенні елементи, такі, як фосфор, азот, калій та інші.

Стічні води, які подаються на очищення, повинні мати достатню кількість органічних речовин біологічного походження для забезпечення харчування угруповань мікроорганізмів, що визначається показником БСК_п у межах 100-400 мг/л. При менших значеннях БСК_п групи мікроорганізмів будуть вимирати, і їхня кількість необхідно поповнювати. При більших значеннях БСК_п процес очищення відбувається значно довше, або необхідно здійснювати дво-, триступінчасте біологічне очищення.

Температура води в спорудженнях біологічного очищення повинна бути від +5°C до +40°C.

Стічна вода, що подається на біологічне очищення, повинна мати рН у межах 6, 5-8,5, концентрація завислих речовин не повинна перевищувати 150 мг/л, повинні бути відсутні плаваючі домішки у вигляді плівок нафти, мастил, масла, смоли, неприпустима наявність у воді ксенобіотиків.

У той же час для деструкції майже кожного виду хімічних сполук формуються певні групи мікроорганізмів.

У спорудах біологічного очищення стічних вод майже завжди одночасно в різних частинах відбуваються як аеробні, так і анаеробні процеси. В аеробних умовах процеси деструкції органічних сполук відбуваються більш інтенсивно. Залежно від способу подачі повітря для подиху аеробних мікроорганізмів, споруди біологічного очищення поділяються на два види: із природною й примусовою аерацією.

Групи мікроорганізмів в очисних спорудах формуються у вигляді біоплівки або активного мулу.

До споруд біологічного очищення із природною аерацією відносяться:

- поля фільтрації;
- поля зрошення;
- піщано-гравійні фільтри й фільтруючі траншеї;
- фільтруючі колодязі;
- деякі види біофільтрів.

3.1. *Біофільтри* являють собою циліндричні або прямокутні резервуари із залізобетону, пластмаси, металу або цегли, заповнені щебенем, пластмасовою крихтою або іншим насипним матеріалом фракцією 20-70 мм. Резервуари розділені на окремі секції від двох до восьми. Висота резервуарів 1,5-4 м, ширина секції 0,5-1,5 м. Біофільтри мають подвійне дно: нижнє – суцільне, верхнє, яке втримує насипне завантаження, – ґратчасте.

Очищення стічної води в біофільтрі відбуваються при проходженні її крізь фільтруюче завантаження, що обростає біоплівкою через 2-3 тижні після початку експлуатації. Стічна вода під час очищення перебуває в біофільтрі від однієї до декількох діб. На виході з біофільтрів очищена вода повинна мати БСК₅ не більше 15 мг/л.

До споруд біологічного очищення із примусовою аерацією відносяться: аерофільтри, циркуляційні окисні канали й аеротенки.

Аерофільтри за своєю конструкцією майже не відрізняються від біофільтрів. У них за допомогою вентиляторів під тиском подається повітря, завдяки чому процеси очищення стічних вод відбуваються більш інтенсивно.

Завдання 3.1.

Розрахувати краплинний біофільтр і вторинний відстійник для очищення виробничих стічних вод, максимальна витрата яких 850 м³/добу. БСК_п неочищених стічних вод 200 мг/л, після очистки – 19 мг/л. Середня зимова температура стічних вод 12°C. [2, 5]

3.2. *Аеротенки* є найпоширенішими спорудами біологічного очищення стічних вод із примусовою аерацією. Аеротенк являє собою резервуар прямокутної форми, розділений перегородками на окремі секції. Ширина аеротенка 2-10 м, глибина 3-5 м, довжина – до 100 м.

Тип застосовуваних аеротенків залежить від типу та БСК_п неочищених стічних вод. Аеротенки-змішувачі використовуються при БСК_п до 1000 мг/л, аеротенки-витиснювачі – при БСК_п до 300 мг/л. При БСК_п більше 150 мг/л аеротенки обладнуються регенераторами.

Час перебування стічної води в аеротенках коливається від 2 до 20 годин.

Концентрація активного мулу в аеротенках підтримується на рівні 2-5 г/л.

Для видалення зі стічних вод *азоту амонійного* (до 1-2 мг/л) використовуються аеротенки-змішувачі, у яких проходить процес *нітрифікації* при дотриманні певного віку активного мулу (5-70 діб).

Для видалення зі стічних вод сполук *фосфору* (з ефективністю до 95%) використовується *біолого-хімічне очищення* – введення в стічну воду коагулянту з наступним біологічним очищенням в аеротенці-змішувачі. Більш глибоке видалення загального фосфору досягається в процесі глибокого очищення (фільтруванням).

Після аеротенків та біофільтрів встановлюються вторинні відстійники для затримання та осадження активного мулу, що виноситься зі споруд біологічної очистки.

Завдання 3.2.1.

Розрахувати аеротенк-змішувач та вторинний відстійник для очищення стічних вод 1-го ступеня другої системи каналізації нафтопереробного заводу, максимальна витрата яких складає 625 м³/год. БСК_п неочищених стічних вод 300 мг/л, після очистки – 100 мг/л. [2, 3, 4].

Завдання 3.2.2.

Розрахувати аеротенк-витиснювач та вторинний відстійник для очищення виробничих стічних вод, близьких до міських, максимальний витрата яких складає 4200 м³/год. БСК_п неочищених стічних вод 150 мг/л, після очистки – 15 мг/л. [2, 3, 4].

Завдання 3.2.3.

Розрахувати аеротенк-нітрифікатор у присутності органічних речовин, що окисляються біологічним шляхом, та вторинний відстійник для очищення стічних вод з максимальною витратою 48000 м³/добу. БСК_п неочищених стічних вод складає 150 мг/л, після очистки – 8 мг/л. Концентрація азоту амонійного у неочищених стічних водах – 50 мг/л, в очищених – 2 мг/л. Концентрація кисню в аеротенці 2 мг/л, рН – 7,8. [2, 3, 4].

Завдання 3.2.4.

Розрахувати аеротенк-змішувач для видалення фосфатів при біолого-хімічному очищенні стічних вод із введенням в аеротенк сірчаноокислого заліза (II) та вторинний відстійник. Розрахункова витрата стічних вод 4160 м³/год. БСК_п неочищених стічних вод 200 мг/л, після очистки – 15 мг/л. Вміст завислих речовин у стічних водах 150 мг/л, в очищеній воді – 15 мг/л. Концентрація загального фосфору у неочищеній стічній воді 16 мг/л. Необхідно видалити 75% загального фосфору. [2, 3, 4].

Тема 4: РОЗРАХУНОК СПОРУД ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ

Фізико-хімічні методи призначені для обробки води з метою її подальшого використання в технологічному процесі або для скидання після використання.

Фізико-хімічне очищення здійснюється на локальних очисних спорудах, які перебувають, як правило, у цехах, або в окремих приміщеннях на території підприємств. Апарати фізико-хімічного очищення часто являють собою складову технологічного процесу, що повертає до виробництва технічну воду й вторинну сировину або готову продукцію, вилучену зі стічних вод.

Фізико-хімічні методи забезпечують вилучення з води розчинених речовин, які не піддаються або погано піддаються біологічному очищенню, а також речовин, які, можуть несприятливо впливати на колектори або інші елементи систем водовідведення.

4.1. *Нейтралізація* – це найпростіший вид реагентної обробки. Якщо на виробництві утворюються кислі й лужні стічні води, їх змішують для досягнення рН води в межах 6,5-8,5. Якщо якихось вод не вистачає для досягнення такого результату, то лужні води підкисляють, а в кислі води додають соду або мелений карбонат кальцію (вапняк).

Значним недоліком реагентної обробки є те, що з вилученням одних домішок у воду одночасно попадають інші.

Завдання 4.1.1.

Розрахувати взаємну нейтралізацію стічних вод: кислі стічні води містять 4,7 г/л сірчаної кислоти, 3,8 г/л соляної кислоти; лужні – 3,3 г/л гідроксиду натрію та 2,9 г/л карбонату натрію. [2, 3]

Завдання 4.1.2.

Розрахувати кількість осаду, що утвориться при нейтралізації кислих стічних вод, що містять катіони металів. Стічна вода містить 7 г/л FeSO_4 та

10,3 г/л H_2SO_4 . Застосовуване для нейтралізації вапно містить 50% активної CaO (А). Витрата стічної води, що нейтралізується – 120 м³/добу. [2, 3]

4.2. *Флотаційний* метод використовується для очищення стічних вод, забруднених відходами нафти, продуктами її переробки, жирами, маслами, смолами, латексами, продуктами органічного синтезу, поверхнево-активними речовинами, барвниками й ін.

Метод флотації забезпечує, крім видалення механічних домішок, забруднень (розчинених та колоїдних), також зниження значень БСК і ХСК, видалення летучих компонентів, розчинення у воді кисню повітря. Ефективність процесу флотації коливається в досить широких межах: від 20 до 99%. Найбільш часто флотаційний метод очищення застосовують у локальних спорудах для видалення основної маси забруднень. Процес флотації протікає в 4-6 разів швидше відстоювання при однаковому ефекті видалення забруднень.

Флотацію застосовують також для очищення стічних вод з метою утилізації цінних продуктів, при підготовці води для біологічного очищення, відокремлення мулових сумішей аеротенків, ущільнення надлишкового мулу і осадів стічних вод, доочищення біохімічно очищених стічних вод. Найбільш ефективно очищення стічних вод досягається при використанні напірної флотації, пінної сепарації й електрофлотації. Для поліпшення ефекту очищення води поряд із флотацією застосовують коагуляцію домішок і наступне відділення пластівців коагулянту в процесі флотації.

Видалення диспергованих, колоїдних або розчинених домішок води відбувається в результаті їх прилипання (або адсорбції) до пухирців газу, що утворюються в рідині, або уведеними в неї. Агрегати пухирців повітря з домішками спливають на поверхню, створюючи пінний шар з більш високою концентрацією часток, ніж у неочищеній рідині.

Стічні води, що піддаються флотаційному очищенню, у більшості випадків являють собою досить складні системи. Тому розрахунок

оптимальних технологічних параметрів апріорно провести важко. Оптимальний технологічний режим найчастіше встановлюють за даними досліджень.

Для змішування води й повітря використовують різні методи, відповідно до яких способи флотаційного очищення води можна класифікувати в такий спосіб:

1) флотація з виділенням повітря з розчину (вакуумні, ерлифтні й напірні установки);

2) флотація з механічним диспергуванням повітря (імпелерні, безнапірні й пневматичні установки);

3) флотація з подачею повітря через пористі матеріали (електрофлотація, біологічна й хімічна флотація).

Завдання 4.2.1.

Розрахувати пневматичну флотаційну установку при наступних даних: витрата стічних вод $400 \text{ м}^3/\text{год}$, час флотації 15 хв., коефіцієнт аерації – 0,25. [2, 4, 5].

Завдання 4.2.2.

Розрахувати імпелерну флотаційну установку для попереднього очищення стічних вод, що містять СПАР та жири, при витраті стічних вод $2700 \text{ м}^3/\text{добу}$. [2, 4, 5].

4.3. Іонообмінні фільтри.

Вибір схеми іонообмінного очищення й знесолення стічних вод виконується залежно від призначення установки, складу й витрат стічних вод, вимог до якості очищеної води.

Очищення й часткове знесолення стічних вод, що мають слабкокислу або нейтральну реакцію, від іонів 2- і 3-валентних металів, при відсутності або малому вмісті катіонів лужних металів, а також амонію, аніонів слабких кислот (карбонатів, силікатів, боратів) або допустимості їхньої присутності в очищеній

воді виконується за одноступінчастою схемою послідовним фільтруванням через катіоніт у водневій формі й слабкоосновний аніоніт у гідроксильній формі. При наявності у воді, що піддається очищенню, окислювачів (хромат- і біхроматіонів), у якості аніонообмінника необхідно застосовувати слабкоосновні аніоніти АН-18-10 П, АН-251 або сильноосновний аніоніт АВ-17, стійкі до окисної дії зазначених іонів.

Для більш глибокого очищення стічних вод від аніонів слабких кислот (боратів, силікатів) застосовують схему з одноступінчастим Н-катіонуванням і 2-східчастим ОН-аніонуванням. На першому щаблі анаіонування виконується з використанням слабкоосновних аніонітів, на другому щаблі використовуються сильноосновні аніоніти.

Для знесолення й очищення стічних вод при великому вмісті катіонів лужних металів і амонію, а також при наявності іонів 2- і 3-валентних металів доцільно застосовувати 2-східчасте Н-катіонування.

При наявності в оброблюваній воді великої кількості солей вугільної кислоти, для запобігання швидкого виснаження ємності сильноосновних аніонітів 2-го щабля анаіонування з води, після Н-катіонування, вилучається вуглекислота в спеціальних дегазаторах з насадкою з кілець Рашига з дерев'яною хордовою насадкою або в інших масообмінних апаратах.

У ряді випадків для стабілізації показника рН очищеної води або глибокого знесолення її й видалення аніонів слабких кислот замість аніонітних фільтрів другого щабля або після них використовують фільтри змішаної дії (ФЗД), що завантажуються сильнокислотними катіонітами й сильноосновними аніонітами.

Вміст завислих речовин у воді, що надходить на іонообмінні фільтри, не повинен перевищувати 8 мг/л. Величина ХСК не повинна бути більше 8 мг/л. В іншому випадку в схему іонообмінної установки включаються споруди передочистки з механічними або сорбційними фільтрами.

Залежно від конкретних умов, можливі й інші компоновання іонообмінних установок із включенням різної кількості щаблів катіонування й

аніонування та можливим їх чергуванням. При наявності в стічних водах складних сумішей катіонів велике значення має селективне їхнє поглинання катіонитами.

Для визначення найменш сорбуємих катіонів при обміні на сильнокислотному катіониті КУ-2 варто приймати до уваги ряд катіонів за енергією їхнього витиснення один одним.

У випадку присутності у воді декількох катіонів і аніонів системи розраховуються як однокомпонентні за найменш сорбуємими або лімітуючими іонам. Розрахункові концентрації іонів приймаються рівними концентраціям суми іонів (катіонів і аніонів окремо), а ємність іонітів – рівною ємності іонітів по найменш сорбуємих або лімітуючих іонах, при сорбції їх з індивідуальних розчинів.

У ряді випадків іонообмінні установки застосовуються спеціально з метою вилучення специфічних, окремих компонентів зі стічних вод.

Процеси іонообмінного очищення й знесолення стічних вод можуть здійснюватися в різних апаратах: іонообмінних фільтрах з обробкою води в щільному шарі; фільтрах для роботи із псевдоожиженим шаром іонітів; пульсаційних колонах, «павучках».

Завдання 4.3.1.

Розрахувати іонообмінний фільтр при характеристиці стічних вод, що додається. [2, 3, 5]

Кількість стічних вод з урахуванням поповнення води на втрати й на власні потреби установки на даному об'єкті становить 820 м³/добу, у середньому 51 м³/год. при безперервній 2-змінній роботі.

Основні показники суміші стічних вод, що надходять на іонообмінну установку:

ІНГРЕДІЄНТИ	Концентрація,	
	мг/л	мг-екв/л
Загальний солевміст	570	7,77
Катіони:		
натрію	164,28	7,135
калію	2,5	0,06
амонію		0,055
Разом одновалентних катіонів:	167,78	7,250
міді	4,4	0,130
цинку	0,84	0,026
кадмію	0,25	0,004
нікелю	3,78	0,128
алюмінію	0,94	0,105
свинцю	1,32	0,013
магнію	0,11	0,009
вісмугу	0,008	—
Разом катіонів полівалентних металів	11,62	0,40
Усього катіонів	179,4	7,68
Аніони		
хлориди	36,7	1,034
нітрати	182,9	2,951
нітри	3,12	0,068
фториди	5,32	0,28
сульфати	147,19	3,066
тартрати	0,09	0,001
оксалати	0,28	0,006
Разом аніонів сильних кислот:	375,6	7,406
фтороборати	4,83	0,056
ацетати	0,1	0,002
силікати	1,53	0,04
борати	2,09	0,10
карбонати	5,1	0,17
Разом аніонів слабких кислот:	13,65	0,369
у тому числі без карбонатів	8,55	0,199
Усього аніонів	389,25	7,775
Органічні домішки	8,4	-

Солевміст стічних вод ~570 мг/л (7,7-7,8 мг-екв/л), рН = 6, 5-7.

4.4. Адсорбційна очистка.

Найбільше поширення в якості адсорбентів для витягу органічних речовин з водяних розчинів одержали вуглецеві матеріали, оскільки енергія

ван-дер-ваальсової взаємодії молекул органічних речовин з атомами вуглецю, що утворюють поверхню вуглецевих тіл, набагато більша енергії взаємодії цих атомів з молекулами води.

На практиці дуже часто доводиться зіштовхуватися із проблемою адсорбційного очищення стічних вод, що містять суміші органічних речовин, точна сполука яких невідома. У цьому випадку всю суму розчинених органічних речовин можна вважати одним «умовним компонентом», концентрацію якого раціонально характеризувати загальним показником. Таким загальним показником є хімічне споживання кисню (ХСК).

Завдання 4.4.1.

Розрахувати адсорбційну установку з нерухливим шаром активного вугілля при наступних вихідних даних: продуктивність установки $120 \text{ м}^3/\text{год}$, активне вугілля КАД-йодний з еквівалентним діаметром зерен $2,5 \times 10^{-3} \text{ м}$; початкова концентрація бензойної кислоти в стічній воді $10,65 \text{ моль/м}^3$; кінцева – $0,1 \text{ моль/м}^3$; висота шару вугілля в адсорбері 3 м. [2, 3, 5].

Завдання 4.4.2.

Розрахувати адсорбційну установку із псевдоожиженим шаром активного вугілля при наступних вихідних даних: продуктивність установки $400 \text{ м}^3/\text{год}$, активний антрацит з еквівалентним діаметром зерен $0,5 \times 10^{-3} \text{ м}$; початкова концентрація біологічно очищених стічних вод 50 гО/м^3 ; кінцева – 15 гО/м^3 . [2, 4, 5].

4.5. Електрохімічна очистка стічних вод

Електролізери для обробки ціаністих стічних вод.

Електролізери для обробки стічних вод, що є нестандартним устаткуванням, являють собою відкриті або зі знімною кришкою прямокутні сталеві резервуари, розділені на кілька відсіків за допомогою перегородок із синтетичних матеріалів. У перегородках робляться кілька рядів отворів,

сумарна площа яких становить 20-30 % площі частини перегородки, що перебуває у воді, висота якої відповідає висоті занурених у воду електродів.

Рух потоку стічних вод в електролізері відбувається уздовж поверхні електродів у горизонтальному напрямку. Електролізер забезпечується приймальними й збірними камерами, також відділеними від його робочого простору дірчастими перегородками. На дно електролізера (у кожному з відсіків) укладають дірчасті трубки із синтетичних матеріалів, через які надходить стиснене повітря, яке барботує воду, й сприяє її перемішуванню.

В електролізері містяться електроди двох типів: сталеві катоди (у вигляді пластин товщиною 1-2 мм) і аноди із графітованого вугілля у вигляді плит або стрижнів. Можна використовувати титанові аноди з металооксидним покриттям (діоксид рутенію, магнетит і ін.). Орієнтовний термін служби анодів із графітованого вугілля становить 4-5 місяців. При обробці стічних вод, що вміщують мідь, доцільне використання мідних катодів для полегшення утилізації металевої міді, яка видаляється додатково зі стічних вод (у вигляді катодного осаду).

При визначенні габаритів електролізера необхідно враховувати об'єм води, що постійно перебуває в ньому, а також об'єм, який займають перегородки, електроди (розміри плит із графітованого вугілля становлять 1000x180x50 мм). Відстань між сусідніми електродами (катодом і анодом) варто приймати в межах 40-50 мм.

Електроди обох видів (катоди й аноди) підвішуються в електролізері на мідних (латунних) стрижнях (токопідводах). Аноди із графітованого вугілля (у вигляді плит) можна встановлювати на дно електролізера, покрите матеріалом-діелектриком. Перетин токопідводів і електродних шин розраховується на максимальне струмове навантаження.

При значній розрахунковій величині струму в електричному колі (більше 3000 А) і необхідності відведення більших кількостей газоподібних продуктів електролізу, що виділяються, рекомендується установка декількох електролізерів, постачених автономними джерелами електроживлення.

Технологічна схема електрохімічного очищення ціаністих стічних вод включає:

- двосекційний резервуар-усереднювач (кожна секція якого розрахована на годинну витрату стічних вод);
- електролізери;
- джерело постійного електричного струму;
- бак для приготування розчину повареної солі;
- бак, для приготування розчину лужного реагенту (їдкий натр, сода), використовуюваного для коректування вихідної величини рН оброблюваної води (якщо буде потреба);
- збірний бак для очищеної води.

До стічних вод, що перебуває в резервуарі-усереднювачі, додають насичений розчин повареної солі для досягнення її концентрації у воді в межах 5-10 г/л і розчин лужного реагенту (якщо буде потреба) до величини рН=10.

Завдання 4.5.1.

Розрахувати електролізер для очищення ціаністих стічних вод. [2, 3, 5].

Вихідні дані для розрахунку: продуктивність електролізеру 2,5 м³/год; вихідна концентрація ціанідів в стічній воді 200 мг/л; час електрохімічної обробки стічних вод 0,5 ч.

Електрокоагулятори з алюмінієвими електродами.

Електрокоагулятори з алюмінієвими електродами, що використовуються для очищення концентрованих маслоемуваних стічних вод, відносяться до нестандартизованого встаткування. Електрокоагулятори можуть бути як періодичної, так і безперервної дії. Електрокоагулятор складається з корпусу з похилим дном і кришки, електродної системи, піновідводячого пристрою. Електрокоагулятори безперервної дії, крім того, повинні бути постачені пристроями розосередженого впуску й випуску води й пристроєм для

підтримки рівня води в апараті на заданому рівні. Електрокоагулятори обох типів повинні бути постачені патрубками з вентилями для випуску й впуску води, піни, ємностями для збору піни й вентиляційною системою видалення водню.

Корпус електролізеру прямокутної форми виготовляється з листової вуглецевої сталі з наступним нанесенням на внутрішню поверхню захисного покриття, наприклад, з вініласту або епоксидних смол. Кришка електролізеру, яка призначена для запобігання виділення водню в робоче приміщення, виготовляється з листової сталі з фарбуванням внутрішньої поверхні водостійкою фарбою. Дно корпуса електролізеру повинне мати ухил.

Електродний блок, що збирається з алюмінієвих пластин виконується у вигляді паралелепіпеда й розташовується рівномірно по об'єму електролізеру. Електроди в блоці встановлюються плоскопаралельно на однаковій відстані один від іншого (10-20 мм). Об'єм рідини над електродами не повинен перевищувати 20 % від загального об'єму електрокоагулятора. Електродні пластини прямокутної форми виготовляються однаковими для забезпечення їхньої взаємозамінності.

Піновідводящий пристрій виконаний у вигляді пристосування, що зганяє піну струменями стисненого повітря в пінозбірний лоток, або у вигляді дошки із пневматичним приводом. Цей пристрій переміщується як вручну, так і автоматично по заданій програмі.

У процесі електролізу виділяється водень, який необхідно постійно видаляти з апарату.

Час обробки стічної води при відповідній силі струму вибирають експериментально по ступені її посвітління. При зміні складу стічної води час її обробки також змінюється.

Завдання 4.5.2.

Розрахувати електрокоагулятор періодичної дії. [2, 3, 5].

Вихідні дані: продуктивність апарату $qw = 1,8 \text{ м}^3/\text{год}$; вихідний вміст масел $C_{en} = 6000 \text{ г/м}^3$; питома витрата електрики на обробку стічних вод $q_{cur} = 540 \text{ Ач/м}^3$, товщина електродних пластин $\delta=0,006 \text{ м}$; міжелектродна відстань $b=0,02 \text{ м}$; анодна щільність струму $f_{an} = 120 \text{ А/м}^2$.

Електрокоагулятори зі сталевими електродами

Електрокоагулятори зі сталевими електродами відносяться до нестандартного встаткування. Корпус електрокоагулятора являє собою прямокутний резервуар, виготовлений із синтетичних кислотостійких матеріалів (поліізобутилен, поліпропілен й ін.), або футерований зсередини цими матеріалами.

Електрокоагулятор обладнується витяжним вентиляційним пристроєм для видалення газів, що утворюються при електролізі стічних вод. Доцільно, щоб дно електрокоагулятору мало невеликий ухил (до 5°) убік виходу стічних вод.

Найбільше застосування одержали електрокоагулятори з поміщеними в них пакетами (блоками) плоских пластинчастих електродів, розташованих вертикально, паралельно один одному.

Рух потоку стічних вод в електрокоагуляторі варто здійснювати уздовж поверхні електродних пластин у вертикальному напрямку (знизу нагору або зверху долілиць) або в горизонтальному напрямку.

Для рівномірного розподілу води між електродами й рівномірним її відводом рекомендується передбачити в електрокоагуляторі або в окремих його секціях прийомні та збірні камери. Прийомні камери відділяються від робочого простору електрокоагулятору дірчастими перегородками.

Електроди (катоди й аноди), що поміщаються в електрокоагулятор, виготовляються з низьковуглецевої сталі (Ст3, Ст4 і т.п.) і можуть мати товщину від 3 до 6 мм. Первісна відстань між сусідніми електродами повинна становити 5-10 мм.

Рекомендуються наступні розміри електродних пластин: довжина – 0,6-1,0 м ширина – 0,3-0,6 м. Доцільне використання електродів (анодів і катодів) у вигляді блоків. Блок електродів являє собою набір сталевих пластин, закріплених на загальній рамі. Пластини через одну підключаються до катодної й анодної шин джерела постійного електричного струму за допомогою приварених або припаяних до них токопідводів. Маса одного електродного блоку не повинна перевищувати 0,05 т.

При розрахунку електрокоагулятору визначаються загальна поверхня й кількість електродів, конструктивні розміри й число електрокоагуляторів і величина струму в електричному колі. При цьому основними вихідними параметрами для розрахунку є: витрата стічних вод; вихідна концентрація шестивалентного хрому й іонів важких металів у стічних водах; анодна щільність струму; питома витрата електрики, необхідна для обробки одиниці об'єму стічних вод.

Завдання 4.5.3.

Розрахувати електрокоагулятор зі сталевими електродами для очищення хромовміщуючих стічних вод. [2, 3, 5].

Вихідні дані для розрахунку: витрата стічних вод становить 10 м³/год (при цілодобовій роботі установки), вихідні концентрації шестивалентного хрому й цинку відповідно 50 і 20 мг/л.

Тема 5: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОД У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1. Використання води у сільському господарстві.
2. Призначення та види зрошування. Зрошувальні норми.
3. Вимоги до якості зрошувальної води.
4. Засолення та заболочування зрошувальних масивів.
5. Захист водних об'єктів від забруднення у сільській місцевості.
6. Призначення та склад прибережних водоохоронних зон. Прибережні захисні смуги.
7. Водовикористання та водовідведення на тваринницьких комплексах.
8. Обробка та використання рідких відходів тваринницьких комплексів.
9. Засоби раціонального використання водних ресурсів у сільськогосподарському виробництві.
10. Рибогосподарські водні об'єкти.

Тема 6: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОД ПРИ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

1. Вплив видобутку корисних копалин на стан підземних та поверхневих вод.
2. Водовідведення та водовикористання при видобутку та збагаченні корисних копалин.
3. Утворення та склад кар'єрних та шахтних вод.
4. Кар'єрний та шахтний водовідлив.
5. Методи очистки та використання кар'єрних та шахтних вод.
6. Складування відходів збагачування корисних копалин.
7. Видобуток піску та гравію з дна річок та водойм.
8. Видобування корисних копалин на континентальному шельфі.

Тема 7: ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

1. Судноплавні водні об'єкти. Шлюзи.
2. Використання морського середовища.
3. Міжнародні конвенції з охорони та використання морського середовища.
4. Правовий розподіл морської акваторії.
5. Охорона морського середовища при судноплаванні.
6. Маломірний флот.
7. Захисна смуга морського узбережжя.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. /Державна академія житлово-комунального господарства/ - К., 2002 р.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. / ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1990. – 111 с.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под. общ. ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. (Справочник проектировщика).
5. Примеры расчетов канализационных сооружений: Уч. Пособ. Для ВУЗов. / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. Изд. 2-е, перераб. М., Стройиздат, 1987. – 255 с.
6. Водоотведение и очистка сточных вод.: Учебник для вузов / Воронов Ю.В., Яковлев С.В.: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.
7. Канализация. Учебник для вузов. / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, А.И. Жуков, С.К. Колобанов. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М, Стройиздат, 1975. – 632 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Прикладна гідроекологія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання і 5 курсу заочної форми навчання за напрямом підготовки 0708 - „Екологія”, спеціальності 6.070800 - „Екологія та охорона навколишнього середовища”).

Укладачі: Віктор Миколайович Ладиженський,
Андрій Володимирович Іщенко

Комп'ютерна верстка: І.В. Волосожарова

План 2009, поз. 707 М.

Підп. до друку 14.01.2010 р.	Формат 60*80 1/16.	Папір офісний
Друк на різнографі	Умовн.-друк. арк. 1,5	Обл.-вид. л. 1,8
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

ХНАМГ, 61002, Харків, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції, 12